澎湖紅棕壤之化育的研究(1)

梁　鉅　榮　　黎　靜　韻(2)

一、前　　言

澎湖縣之土壤計有二土系（1，2）一爲澎湖系，由玄武岩化育而成；一爲花嶼系，由玢岩或石英玢岩化育而成，就面積言，以前者爲廣，後者僅占花嶼一小島耳，本研究原應選取二土系之代表樣本，進行粘土礦物成分之研究，以爲該二土系化育作進一步之研討，後以檢查庫存樣本，澎湖系之原樣盒形剖面標本，經已散失，本研究須於半年內完成，因僅就存有之花嶼系完整代表剖面樣本進行其粘土礦物成分之分析，以爲從新作該系土壤化育的檢討根據，花嶼系土壤化育於大海中約一方公里之花嶼小島，四面環海、氣候、植物、地形及地質年代與其他澎湖羣島六十三島環境相同，僅其成土之母質或岩石不同，因另成一土系，該土系之化育研究，不因面積狹小而影響其資材價值，且正可作其他亞熱帶海上島嶼之具不同母質者作土壤化育之比較參考，此本研究之緣起亦其目的也。

二、澎湖花嶼系粘土礦物成分之研究

1. 供試之土樣簡述

花嶼系之完整剖面原形態敍述(2)係分三層，玆爲加强研究起見，從新分五層採樣，以供分析，現補述分層之厚度及其各層之形態於下：

0——10公分	乾時黃紅色($5yR^5/_8$)，潤時紅色（$2.5yR^4/_6$）之粘土，夾有石塊，小團粒或塊狀構造，團塊壓之多碎成核粒，潤時結構微實，濕時具粘結性與可塑性，裂隙頗多，有植物根穿透土內，通透性中等，有機質少，無石灰性反應，pH6.0。
10——30公分	乾時紅黃色（$5yR^6/_6$），潤時紅色（$2.5yR^4/_8$）之粘土，核狀或塊狀構造，潤時結構堅實，仍多裂隙，濕時具强粘結性與可塑性，土內通透性不良，有機質更少，無石灰反應，pH6.0。
30——50公分	紅黃色（$5yR^6/_6$乾）至紅色（$2.5yR^5/_6$潤）粘土，pH6.1，餘同上層。
50——75公分	强棕色（$7.5yR^5/_6$乾）至黃紅色（$5yR^5/_6$潤）粘土，pH6.0，餘同上層。
75—120公分	紅黃色（$7.5yR^6/_6$乾）或（$5yR^6/_6$潤）粘土，間有紅斑紋，濕時無構造，呈弱粘結狀態，有機質極少，無石灰性反應，pH6.0。
120 公分以下	黃白色半風化之玢岩，壓之易碎裂開。

2. 試驗之項目及方法

(1) 粘粒之分離：

應用 IN.Na_2EDTA 爲分散劑，與供試土壤放於瓶中，放置於搖土機上，振盪四小時，分散其粒子，取出後使其通過 300 號篩，以去除其粗粒部份，將土液加入 30%H_2O_2 除去其有機質，然後在蒸氣水鍋上作用數次蒸乾，加水使再分散，續於搖土機振盪一小時，取出，調整其 pH 至 9，傾於 1,000ml 量筒內，應用土粒沉降速度理論（8）計算時間，以分離（$<2\mu$）以下之粘粒，重覆四次，收集其粘粒懸浮液貯於大玻璃瓶內，以備各項分析之用。

---

(1)本研究工作，荷承國家長期發展科學委員會之補助。

(2)本研究之 X-ray 照片分析，D.T.A. 分析，及 T.G.A. 分析，係第一作者於五十二年夏在加州大學進修期間，假土壤系粘土礦物研究室完成，其餘項目及補充分析，均由第二作者於本所土壤室完成。

(2) 粘粒部分（<2μ）之粘土礦物成分之分析

由上分離之粘粒懸浮液，直接用以進行下列各項之分析：

a 濃度試驗：用以計算由該土液所進行之各項分析結果

b X-Ray 分析：Barshad氏修正鹽漿法(5)

c 陽離子交換能量試驗：Barshad 氏法(7)

d 游離鐵之分析：Barshad 氏法(7)

此外另須應用風乾土進行之分析，即另取大部懸浮液，應用素瓷吸濾器濃縮之，並於蒸氣水鍋上蒸乾之，然後置於室內風乾數日，以爲進行下列諸項之分析。

e 示熱差分析 (Differential thermal analysis):Barshad 法(6)

f 熱重量分析 (Thermal gravimetric analysis):Barshad 法(6)

g 全鉀量分析：用 X-ray Fluorescene 分析

3. 試驗結果

由上數分析項目所得之結果，可分兩點說明：一爲關於研究之粘土物質定性的鑑別，另一爲此種粘土礦物量之測定。

(1) 粘土礦物的鑑別

a. X-Ray 分析：

X-Ray 分析之結果如附圖1,2,3,4及5，綜合其特徵如表1並說明如下：

表1 花嶼粘土 X-Ray 照片概略說明

Table 1. Interplaner Spacing and Estimated Intensities in X-ray Powder Diagram of Glyceral-wet <2μ Clay of Hwa-yu Clay

Spacing Å	處 理	10.09	7.16	5.01	4.48	3.58	3.35
Name of Minerals		Muscovite	Kaolinite	2nd line of Mus.	Common in all	2nd line of Kao.	3rd line of Mus.
Sampling No.	Treatment	强 度 Intensities					
16-1	room temp. °C	m	vs	w	s	vs	s
16-1	400 °C	s	vs	w	s	s	ms
16-2	room temp. °C	m	vs	vw	s	vs	s
16-2	400 °C	s	s	vw	s	s	s
16-2	570 °C	s	—	vw	s	—	m
16-3	room temp. °C	m	vs	w	s	vs	s
16-3	400 °C	s	s	w	s	vs	s
16-4	room temp. °C	w	vs	w	s	vs	s
16-4	400 °C	s	s	w	s	vs	s
16-5	room temp. °C	w	s	w	s	vs	s
16-5	400 °C	s	vw	m	s	—	s
16-5	570 °C	s	—	m	s	—	s

vs.極强，s.强，m.中等，w.弱，vw.極弱

本項分析結果，自圖 1,2,3,4 及 5 照片之觀察及量度結晶內格距離 Å 之結果（見表 1），至易鑑別兩種礦物之存在，如表 1 所示，Kaolinite 顯示於 7.16Å，4.48Å 及 3.58Åd (001) 之結晶內格

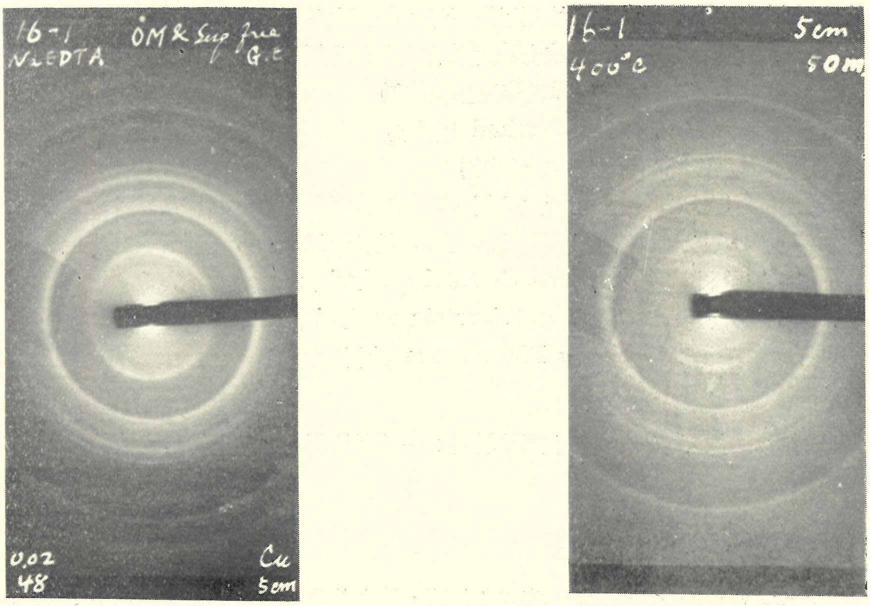

圖 1 ：花嶼粘土剖面第一層之X-ray 照片

Fig. 1 X-ray photographies of the 1st. lazer of Hwa-yu clay

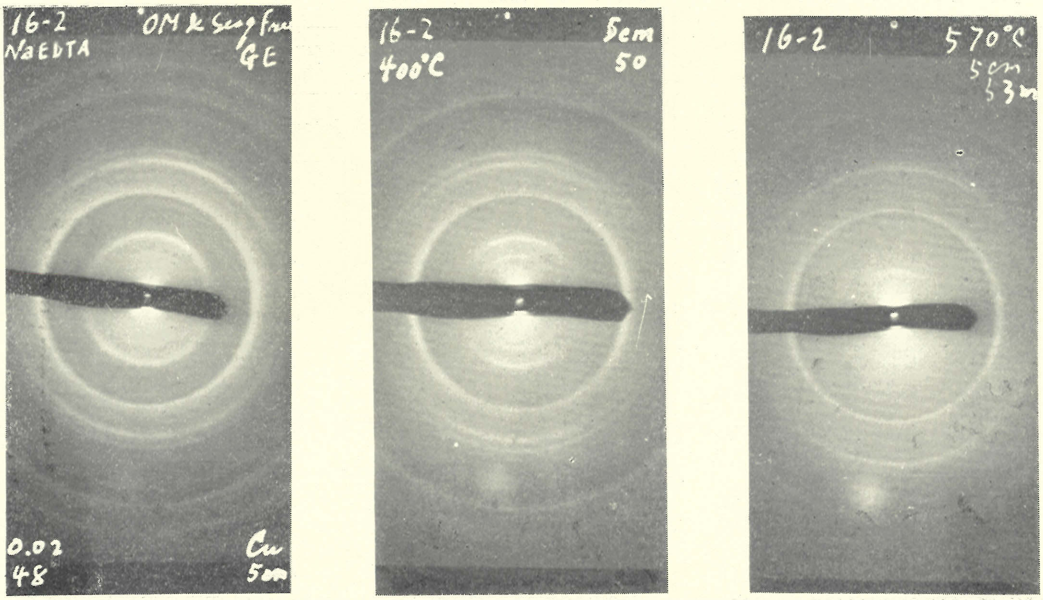

圖 2 ：花嶼粘土剖面第二層之X-ray 照片

Fig. 2 X-ray photographies of the 2nd. lazer of Hwa-yu clay

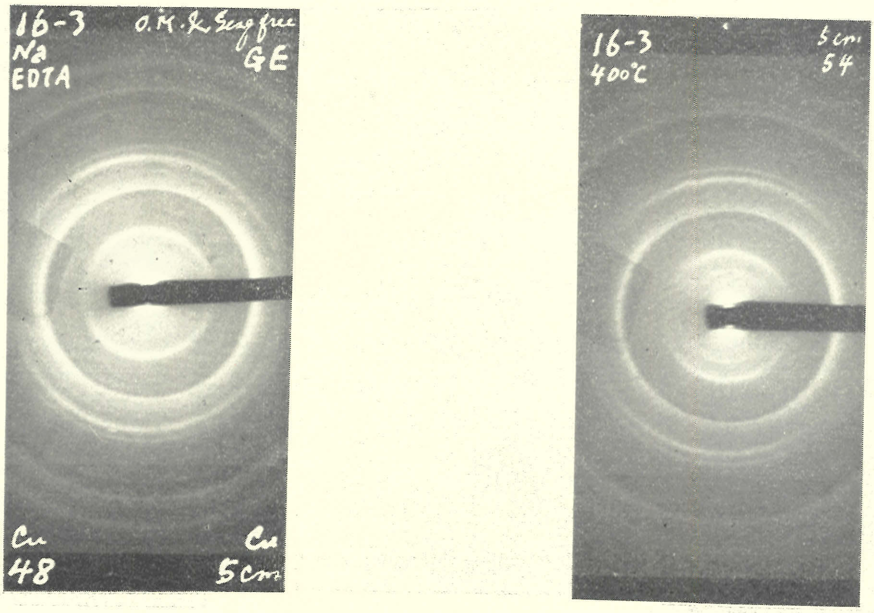

圖 3 ：花嶼粘土剖面第三層之X-ray 照片

Fig. 3 X-ray photographies of the 3rd. lazer of Hwa-yu clay

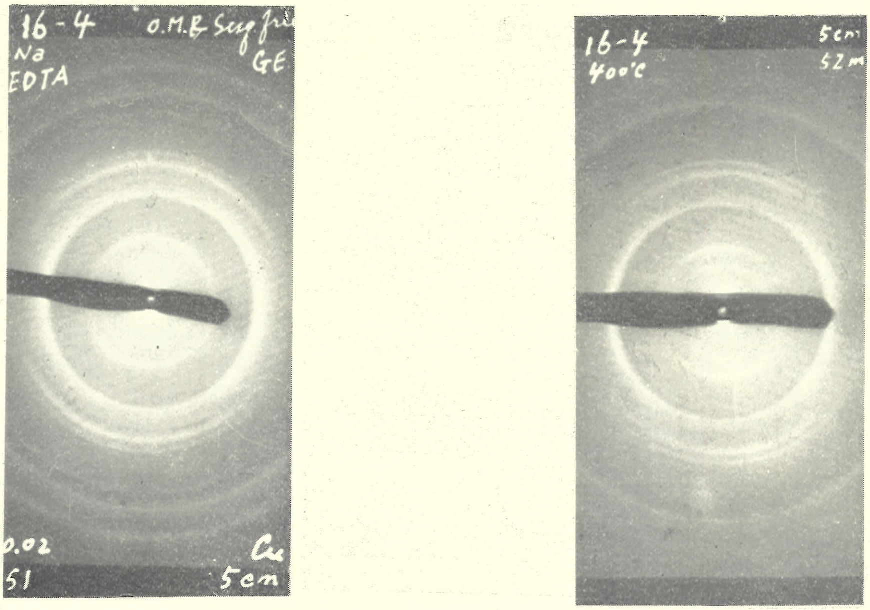

圖 4 ：花嶼粘土剖面第四層之X-ray 照片

Fig. 4 X-ray photograhpies of the 4th. lazer of Hwa-yu clay

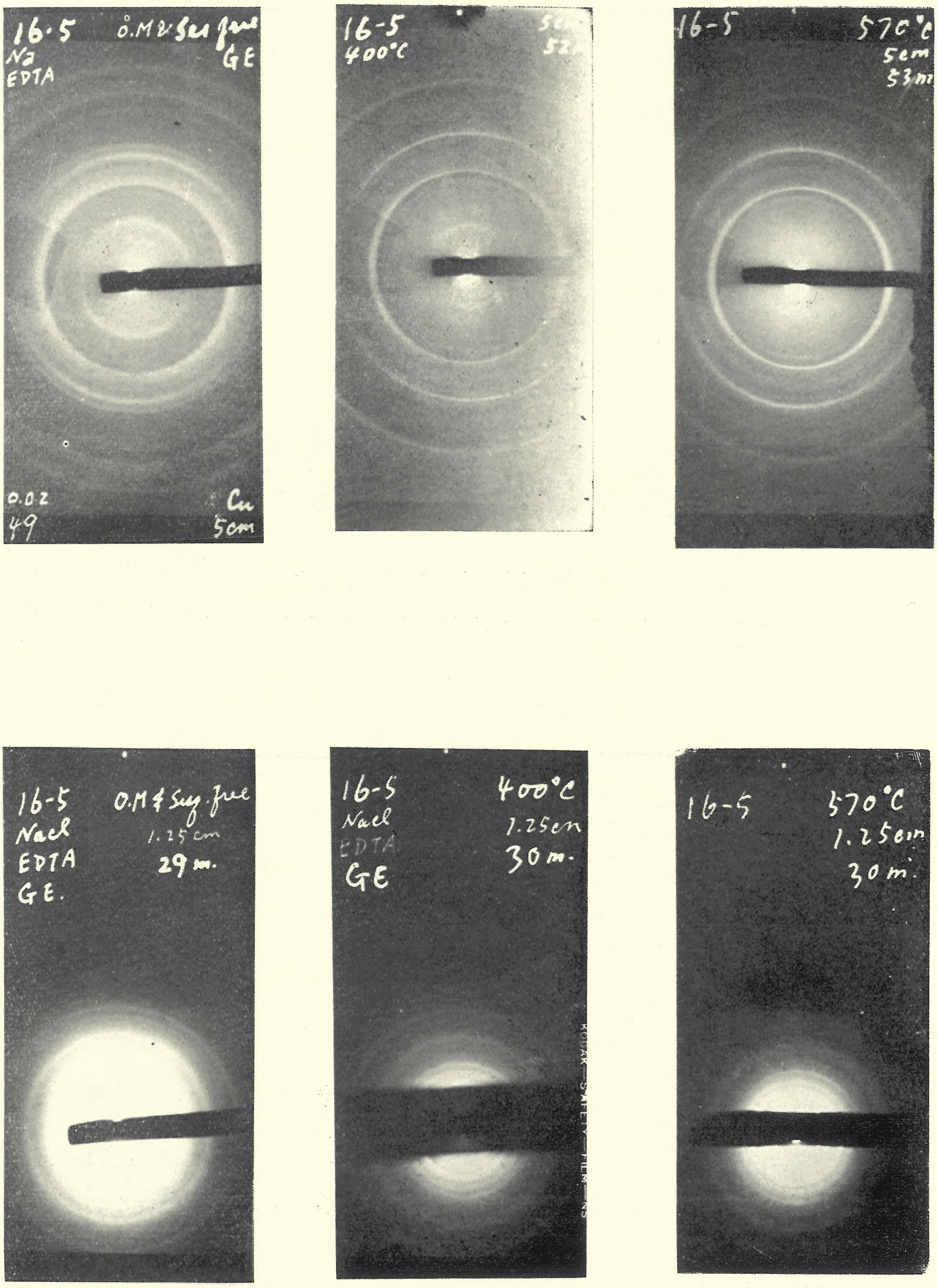

圖5：花嶼粘土剖面第五層X-ray 照片

Fig. 5 X-ray photographies of the 5th. lazer of Hwa-yu clay

距離，Muscovite 或 mica 顯示於 10.09 Å，5.00 Å 及3.35 Åd (001)之結晶內格距離，故其鑑別至爲顯然。

由於 5.00Å 之强度相當顯，卽示 dioctahedral mica 或 Muscovite 之存在。

b 示熱差 Differential Thermal analysis 分析

示熱差分析之結果，如圖 6 及 7 所示，前者爲數種標準礦物之示熱差曲線，後者爲花蓮粘土代表剖面五層之示熱差曲線，照此曲線之V形對稱形態相當明顯，及其內熱破面開始於約 455°C 並終止於約600°C左右 (7，14) ，核與圖 6 之 Kaolinite 標準曲線，至爲符合，更足證明 Kaolinite 之存在。

16—1 與 16—2 兩土層之 DTA 曲線在 300°C 左右有輕微之內熱破面出現，表示有少量 Gibbsite 之存在，(7，14)其他三層則僅痕跡或甚無之

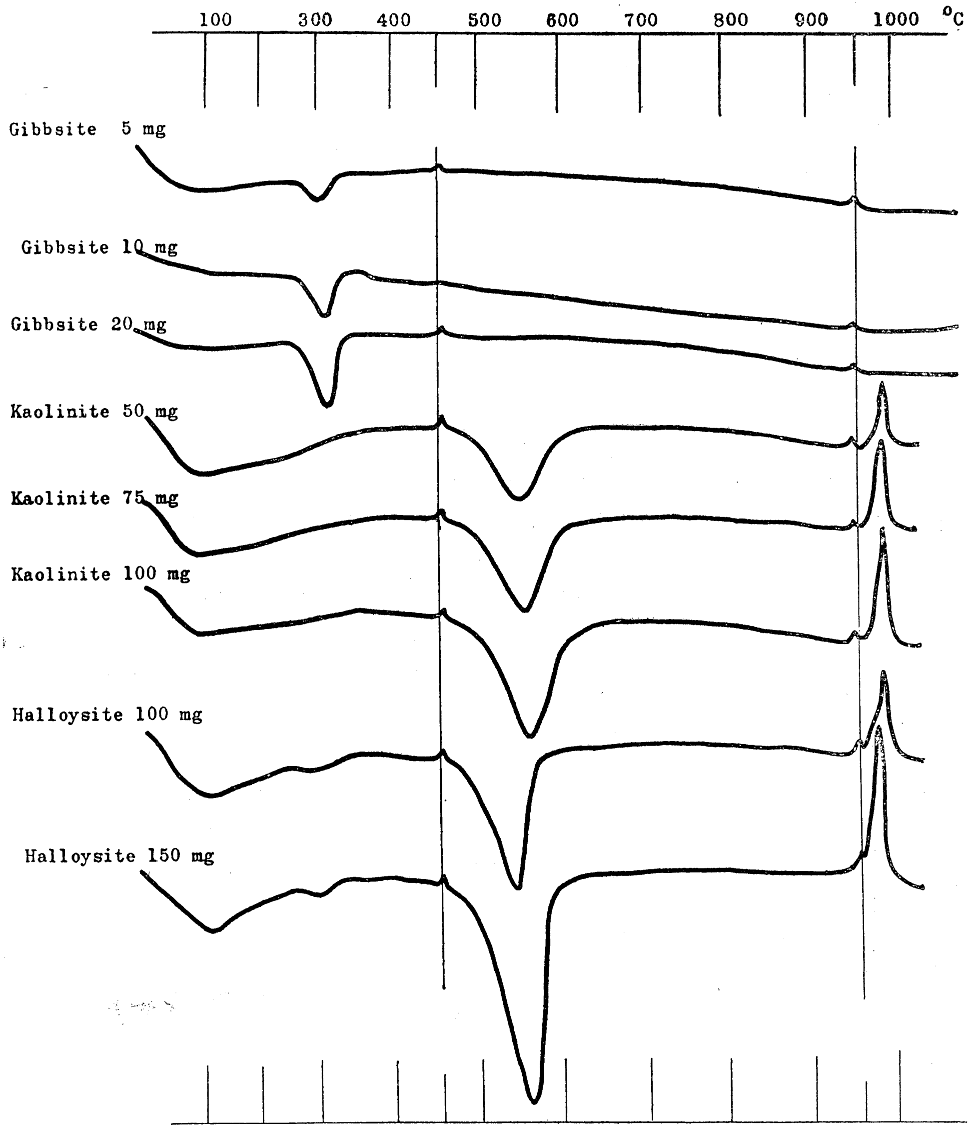

圖 6 數種純礦物不同數量之示熱差曲機

Fig. 6 D. T. A. CURVES OF SOME PURE MINERALS IN DIFFERENT QUANTITIES

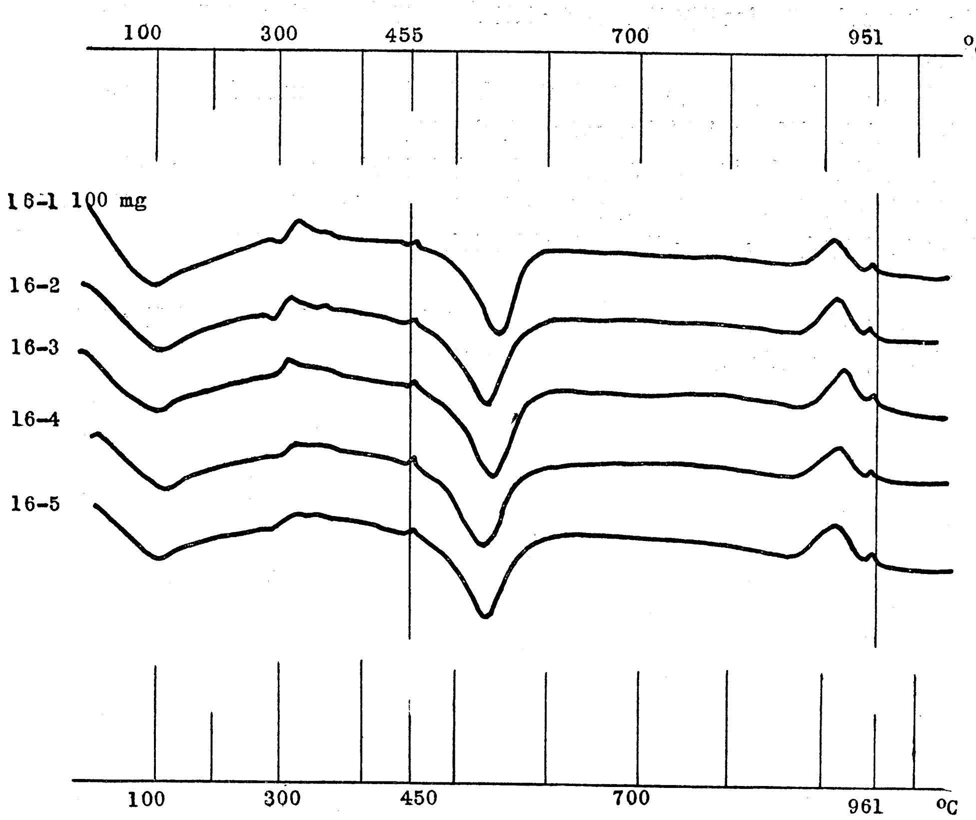

圖7：花嶼粘土剖面各層之示熱差曲綫

Fig. 7 D. T. A. CURVES OF HWA-YU CLAY OF PENGHU HSIEN, TAIWAN, CHINA

c 熱重量分析 Thermal gravimetric analysis 本項分析結果如表 2 。

表二 熱重量分析結果 (%)

Table 2. Result of Thermal Gravimetric Analysis

土 號 Soil number	厚 度 Depth cm.	吸 收 水 分 Absorbed water		Loss between ·180—325°C	Loss between 325—1000°C	結晶水分 Total crystal water
		180°C basis	ignited basis	燃	灼 土 Ignited basis	計
16-1	0-10	4.3	4.83	2.44	10.22	12.66
16-2	10-30	3.73	4.21	2.40	10.63	13.03
16-3	30-50	4.8	4.58	2.23	10.62	12.85
16-4	50-75	3.66	4.16	1.97	10.64	12.71
16-5	75-120	3.74	4.19	1.50	10.82	12.32

本項分析由於將樣本加熱至 180°C，325°C 及 1,000°C 應用以求出其吸收水分及結晶格子水分，粘土礦物根據其結晶格子水分之量可以顯然的分成兩大類(6)

I. 吸收水分在低溫時損失至 20 %，結晶格子水分在高溫時損失少於 5 %，指出2：1 礦物之存在。

II. 在低溫損失水分少於 5 %，在高溫損失水分多於 12 %，指出1：1或2：2礦物之存在。

III. 在低溫損失水分在10與15%之間，在高溫損失水分少於 2%，指出 Allophane 之存在。

由表 2 知花嶼粘土各層之粘粒，在低溫損失水分 4.2—4.8 %，在高溫損失水分均在 12.3—13%

，指示該粘土具 1：1 類或 2：2 類之礦物之存在，更說明該粘土並無 Allophane 之存在。

b 化學分析

化學分析之結果如表 3

表三 花嶼粘土之粘土部份（<2μ）之化學補充分析（1,000°C）

Table 3. The supplemental chemical analysis of the clay fraction (<2μ) of Hwa-yu clay (ignited basis)

土號 Soil number	厚度 Depth cm.	K_2O %	游離鐵 Free Fe_2O_3 %	陽離子交換能量 C.E.C. m.e./100	pH
16-1	0- 10	2.11	11.4	26.4	6.0
16-2	10- 30	1.96	10.7	20.6	6.0
16-3	30- 50	2.08	10.4	25.1	6.1
16-4	50- 75	2.36	10.0	23.6	6.0
16-5	75-120	2.49	9.3	28.9	6.0

c 機械成分之分析

應用 Na_2E.D.T.A 爲分散劑，進行之機械分析結果如下表

表四 花嶼粘土之機械成分（%105°C）

Table 4. The mechenical composition of Hwa-yu clay (%105°C)

土號 Soil No.	厚度 Depth cm.	砂粒 Sand 2-0.02m.m.	坋粒 Silt 0.02-0.002m.m.	粘粒 Clay<0.002m.m.	質地名稱 Name of texture
16-1	0- 10	8.57	26.09	65.34	粘土
16-2	10- 30	6.07	25.58	68.35	〃
16-3	30- 50	3.50	25.65	70.85	〃
16-4	50- 75	3.50	30.77	65.73	〃
16-5	75-120	3.35	36.40	60.25	〃

(2) 粘土礦物之量的測定

土壤粘土礦物成分之測定，在根據數種性質測定下較爲可靠，本研究花嶼粘土之結果，由 X-Ray 照片分析，指出 Muscovite, 及 kaolinite 之存在，由 DTA 分析，從其曲線更證明該土各層粘粒均有 kaolinite 之存在，且在第一，第二層有微量之 Gibbsite，此三種粘土礦物之量的測定，可分述如下：

Muscovite 之含量，根據純礦物 Muscovite 約含有10%之 K_2O，故可由粘粒中 K_2O 之含量以推算之。

Kaolinite 之含量，從照片結晶內格之距離 7Å 之强度，可推想其含有量頗豐富，再應用求積器量度標準 Kaolinite 示熱差曲線之內熱破面範圍之面積，繪成標準 Kaolinite 數量曲線，應用之以比較花嶼粘土之 DTA Kaolinte 之內熱破面，可計算其百分數。

至於 Gibbsite 之求出，可根據熱重量分析之結果，間接由結晶水重與陽離子交換能量以計算之（見下例），由是花嶼粘土之粘粒部份之礦物成份結果如表 5 。

以下爲計算該 Gibbsite 之方法之實例：前述分析結果由表 1 及圖 7 查出 16—1 鈉飽和粘土含有 Muscovite, Kaolinite 與 Gibbsite。從熱重量分析結果表 2，更證實該粘粒具有1：1或2：2類礦物之存在，全結晶水之損失爲 12.66，由示熱差分析知該土樣含有Kaolinite 60%，K_2O 之分析結果爲 2.11 %，換算 Muscovite 爲 21.1 %。C.E.C. 爲 26.4m.e./100，故設 y 係該樣本之

Gibbsite 含量，則可根據下列關係計算之(6)

表五 花嶼粘土之粘土礦物成分表（燃灼土計%）

Table 5. The clay mineral composition of Hwa-yu clay (ignited basis%)

土號 Soil No.	厚度 Depth cm.	Kaolinite	Muscovite	Gibbsite	游離鐵 Free Fe_2O_3	其他 Others
16-1	0- 10	60.0	21.1	2.8	11.4	4.7
16-2	10- 30	59.8	19.6	3.8	10.7	6.1
16-3	30- 50	59.9	20.8	Trace	10.4	8.9
16-4	50- 75	59.6	23.6	—	10.0	6.8
16-5	75-120	60.0	24.9	—	9.3	5.8

礦物名稱	結晶水%	吸收水%	C.E.C.m.e./100
Kaolinite	16.20	———	———
Muscovite	0.45	4.74	30
Gibbsite	52.95	———	———

考慮及此，則可列出如下之關係式：

$$\frac{60\times 16.20}{100}+\frac{21.\times(0.45+4.74+18\times 0.03)}{100}+\frac{y\times 52.95}{100}=12.66-\frac{1}{2}(0.0264\times 18)$$

解上式則 $y=2.81\%$

依上計算方式，可求出第二層之 Gibbsite，如表5所列。

總而言之，花嶼粘粒部份之粘土礦物成份，以 Kaolinite 爲主要成分，各層間之差異不顯，約在60%，其次則爲 Muscovite，約在 20 %，Gibbsite 僅第一、二層發現約爲 3 %，Fe_2O_3 各層均約含 10 %。

三、過去對花嶼粘土之研究

1. 郭魁士先生對花嶼粘土之見解：(1)

郭先生從岩石之風化，就花嶼系之玢或石英玢岩之成分，及其分解後之可能發展，論列其風化程度較由玄武岩生成之澎湖系爲深，至於成土方式，則認爲似有紅壤化作用之進行趨勢，而發育成爲幼稚之紅壤，玆摘錄其見解於下：

『花嶼系土壤由玢岩發育而成，玢岩近乎酸性火成岩，礦物主爲斜長石，角閃石及石英等，斜長石爲含鈉較多偏於酸性者，與玄武岩所含之斜長石有別，分解後多變爲高嶺土，角閃石爲鐵、銻、鈣、鎂等之亞矽酸鹽，分解後變爲綠泥石，有磁鐵礦析出，石英仍以原粒狀分佈於土壤中，由此生成之土壤含矽酸必較高，（據分析結果，SiO_2 之含量均在50%以上）鐵鋁亦不少，銻鎂可能較少，而一價離子必較多，鉀鈉等鹽類較鈣鎂易流失，土壤之 pH 值必較低。

就風化之程度而言，風化層之深度亦淺，多不及一公尺，此亦因風之侵蝕作用，且因地勢傾斜，雨水之侵蝕亦烈，玢岩質地密緻，風化後產生粘性土壤，極少含有石礫，粘粒之成分較多，砂粒中多石英，風化之程度實較玄武岩爲深』

「花嶼系土壤發育於玢岩之上，風化程度較深，此酸性火成岩風化後，析出鈣鎂等鹽類較少，而易溶解之一價鹽基物質較多，降雨時化學的淋洗作用較旺盛，而水分上升蒸發時，鹽分之上升作用較輕微，似有紅壤化作用 (Laterization) 之進行趨勢，而發育成爲幼稚之紅壤。」

2. 席連之先生之推論(3)

席先生參考 Cline M.G 氏等調查夏威夷土壤之報告，比較澎湖與夏威夷之氣候，再根據花嶼

系土壤粘粒部份之矽鐵鋁率，認爲該土系應屬低腐殖紅壤，玆引述該論述於下：

「查本省所處之地理環境及農業利用情形，與夏威夷羣島頗多類似之處，其土壤亦可互相比擬，據美農部之 M.G. Cline 等氏調查夏威夷土壤之報告，該地各種主要土類之發育很與本省相似，其所謂「低腐殖紅壤 (Low-Humic Latosal) 一類，係發育於玄武岩或安山岩上，年雨量不足四十英吋，平均溫度在 23°C 左右，土壤呈紅棕，乃至棕色。pH6.0-7.0，矽鋁鐵率1.4左右，矽鋁率1.6—2.1間，本省澎湖縣之年雨量1,000 公厘，母質爲玄武岩，其花嶼系之pH值爲6.1—7.6，矽鋁鐵率爲1.42—1.65，矽鋁率1.84—2.09，與 Cline 氏所述之剖面性質極相似，應屬同一土類。」

3. 筆者於1950年，對花嶼粘土之見解：

1950年筆者發表之「澎湖之土壤」(2)其中對土壤化育方面有下列之總述：

「總之，即在高溫，中雨，强風，蒸發量大於雨量，濕度仍相大之氣候環境下，土壤之成土作用，仍爲磚紅土化作用，惟因母質不同，磚紅土化作用進行有遲速，石英玢岩之紅土化（指花嶼系）較玄武岩之紅土化（指澎湖系）爲迅速，故前者化育較完善，而後者發育尚在幼稚期，由化學分析結果，可證明之。」

四、討　論

花嶼系土壤之分類，前列舉三人之意見，雖略有出入，但均有相同之觀點，即均認爲該系土壤屬紅壤類，惟紅壤之化育程度，則各人意見有別耳，郭氏以爲應屬幼稚之紅壤，席氏以爲應屬低腐殖紅壤，筆者稱爲紅棕壤，玆根據本研究粘土礦物及數補充理化性分析結果綜合討論之於下：

據 Tamura 等 1953 年研究夏威夷之低腐殖紅壤之礦物成分含量(16)以 Kaolin 爲顯著，在45—55% ，並有 Hematite 15—25 %，Allophane 5—10 %，及 Montmorin 5—15 %；又據 Sherman 等 1959 年之研究(15)，「低腐殖紅壤化育於鹽基性結晶岩上，位於亞熱帶以至熱帶地區，在半乾燥以至半濕潤而有一顯著之乾燥時期之氣候下生成，土壤之剖面特徵，爲具有一弱之A層，而土體以 Kaolin 粘土爲顯著，而其化學及礦物之成分頗爲一致，粘粒部份之 Kaolin 超於50%，與 Fe_2O_3 及少量之 Gibbsite 爲其特徵。」證之此次分析結果表 5 ，就主要成份 Kaolinite 言，堪稱符合，至於次要成分如 Allophane 與 Montmorin 則花嶼粘土均缺，又 Hematite, 則由 Fe_2O_3 之結果尚未能斷其然否。玆再就形態與理化性比較於下：

據 Sherman 氏列舉低腐殖紅壤之 Molakai 系之代表剖面(15)敍述如下：

「A_1　0— 3吋　暗紅色玢質粘土，弱細片狀構造，潤時極脆性，濕時無塑性，與過氧化氫作用，生劇烈之氣泡。pH6.0—7.0

B_1　3—20吋　紅色玢質粘土，具極弱的粗稜狀構造，潤至乾時極脆性，濕時無塑性，餘同上層。

B_2　20—48吋　紅色玢質粘土，具弱的粗稜狀構造，潤至乾時極脆性，濕時有極微塑性，與 H_2O_2 作用生劇烈之氣泡。pH6.0—7.0

B_3　48—70吋　紅色玢質粘土，具中等之塊狀構造，且較上層實，潤時脆性，濕時微有塑性，其構造之粒團面染上深棕或黑色薄膜，與 H_2O_2 起泡沫作用，但粒團之內面則無。pH6.0—7.0

C　70吋以下　紅、灰或棕色之風化岩石，保存原來岩石之構造，並環繞未風化岩石中心。」

就剖面形態之記載，低腐殖紅壤之主要特徵，爲具有極脆性（潤時），或無塑性（濕時）之結構 (Consistence)，雖具粘重之質地者亦然，花嶼系之土壤具60%之粘粒，其結構濕時具强粘結性，潤時實而不脆，是爲與低腐殖紅壤相異者。

至於低腐殖紅壤之化學性質中 SiO_2/R_2O_3 爲 1.1—1.7，SiO_2/Al_2O_3 爲1.7—2.3，並有豐富之 MnO_2 含量，比較花嶼系之過去記錄，則 SiO_2/R_2O_3 與 SiO_2/Al_2O_3 在該範圍內，惟 MnO_2 僅有少量，故從形態，化學性及礦物性三方面比較之，花嶼系與夏威夷之低腐殖紅壤之特性多有未盡

相同處，由本研究之礦物分析更足證明之。

查紅壤化作用之量度，從礦物學觀點爲破壞 Kaolinite 以生成 Gibbsite 爲磚紅壤之最後產物 Gibbsite 愈多，紅壤化愈完善，最後變爲 Laterite，至於 Kaolinite 爲其中間之產物，2:1 類礦物爲其初期產物，故 Kaolinite 含量越豐，指紅壤化作用盛行，反之，既無 Gibbsite 生成時，而 Kaolinite 亦不多，指該作用僅在初期。

據此以論斷花嶼系之土壤，指 Kaolinite 含量60％左右，表層有 Gibbsite 之存在，指其紅壤化作用非在初期已明。筆者前年赴美進修，專研本省紅棕壤十五代表剖面之粘土礦物成分，其 Kaolinite 最高30％，最低 13％，尙無一剖面之 Kaolinite 成分可與花嶼系者相比，亦即花嶼系之紅壤化作用較臺灣本島各處之磚紅壤作用尤强。

Merwe 氏等(13)研究南非洲磚紅化土壤之粘土礦物成分，結果與土壤形態分類至相符合，在排水良好與雨量豐富環境下，高度之風化作用進行，土壤膠體僅含 Kaolinite, Gibbsite 與 Fe_2O_3，在年雨量低於30英吋之地區，風化程度較遜，未分解之石英與雲母出現於膠體粒內，粘土礦物如 Illite, Gibbsite 亦相繼出現。

澎湖之雨量，雖爲本省最少之地區，第年雨量仍有988公厘，(2)接近 40 吋，因有相當高度磚紅化之花嶼粘土生成。

爲探求該剖面各層化育之區分，曾作各層物理性質之補充分析，其結果如表 6 。

縱觀表 6 分析結果，就該系各土層之物理性質如：容積重、孔度及機械成分之粘粒成分，在該剖面第五層有顯然與其上諸層截分之趨勢，證之化學成分及礦物成分 (Kaolinite 除外)亦趨一致。根據 Barshad 氏研究土壤化育區分層次之論斷(4)，該第五層即自75公分以下可作爲該花嶼粘土之母質層核與形態之觀察，亦頗符合。

表六　花嶼粘土之物理性分析結果

Table 6. The physical properties of Hwa-yu clay

土號 Soil No.	厚度 Depth cm.	容積重 Volume weight	眞比重 Real density	孔度 Porosity %
16-1	0- 10	1.44	2.65	45.67
16-2	10- 30	1.50	2.65	43.40
16-3	30- 50	1.68	2.65	36.61
16-4	50- 75	1.75	2.65	33.97
16-5	75-120	1.50	2.65	43.40

據 Harrassowitz 氏 (11) 研究標準Laterite區分下列之層次

H. 腐殖土 (不常存在)

B_2 鐵結核

B_1 積聚層 (三氧化物)

A. 分解層 (水化鋁矽酸鹽)

C. 新鮮岩石

並非所有 Laterite 含有其全層次，間有層次缺少，三氧化物之積聚可以不生成結核，應試用 Harrassowitz 之理論，與 Barshad 氏之區分土層理論，以推論花嶼粘土剖面生成之層次，則應排列如下：

B_2	16——1	0—— 10	積聚層
B_1	16——2	10—— 30	積聚層
A_{12}	16——3	30—— 50	分解層
A_{11}	16——4	50—— 75	分解層
C	16——5	75——120	C層

查上列分層與礦物及理化性分析結果，至爲符合。

五、結　　論

花嶼粘土位於大海上之一小島，當地之氣候年平均氣溫爲 22.6°C，年雨量 988 公厘，强風，蒸發量(1,820公厘)大於雨量，濕度仍相當高 (83%) 之大氣環境下生成，由粘土部份之化學成分，矽鐵鋁率 1.42—1.65，及矽鋁率 1.84—2.09，再證之粘土部份 ($<2\mu$) 之礦物成分，Kaolinite 在60%，第一、二層更具 Gibbsite 3%內外，且均較臺灣省其他紅棕壤之 Kaolinite 成分爲高，足可證明該系土壤磚紅土化作用相當高，從形態如土壤結構，乾時無脆性，濕時可塑性，與粘土礦物中含 Muscovite，該花嶼粘土與夏威夷之低腐殖紅壤亦有別，在土壤分類上，仍以歸屬爲紅棕壤爲宜。

按照理化性及礦物性之分析結果，採用 Barshad 氏研究之土壤化育土層區分理論，供試之花嶼粘土剖面可區分爲：第一、二層稱爲積聚層，第三、四層稱爲分解層，第五層稱爲母質層，全剖面之主副層次，可排列依其順序爲 B_2，B_1，A_{12}，A_{11} 及 C 層，查與 Harrassowitz 氏研究磚紅土之分層理論，亦至符合，花嶼粘土當不屬於磚紅土 Laterite，惟屬相當化育良好之紅棕壤，可無疑義。

六、摘　　要

1. 本研究選取花嶼系代表剖面——花嶼粘土從新分爲五層，進行粘土礦物成分及數項理化性質之補充分析，以爲該系土壤化育之研究。

2. 粘粒部份 ($<2\mu$) 分析結果，用以鑑別及定量粘土礦物者計有：X-Ray 照片分析，示熱差分析，熱重量分析，陽離子交換能量，游離鐵及氧化鉀之含量等。

3. 分析結果發見花嶼系粘土全土體各層之主要粘土礦物成分爲 Kaolinite 約 60 %，次要成分爲 Muscovite19—25%，Fe_2O_3 爲 9—11.4%，其第一、二層並含有約 3 %左右之 Gibbsite。

4. 花嶼粘土之剖面形態及礦物成分與夏威夷之低腐殖紅壤有別，由該粘土所含之 Kaolinite 在60%左右，表層且有 Gibbsite 之存在，其紅壤化非屬初期，如與臺灣其他紅棕壤相比，則紅壤化作用尤有過之。

5. 應用 Barshad 氏研究土壤化育區分土層方法，根據物理性之補充分析結果及礦物成分，至易將該花嶼粘土剖面分別其第一、二層爲積聚層，第三、四層爲分解層，第五層爲母質層，並可排列其全剖面層次順序爲 B_2，B_1，A_{12}，A_{11} 及 C 層，證之 Harrassowitz 氏研究標準磚紅土之分層理論至爲符合，故花嶼粘土應屬於化育相當良好之紅棕壤。

參 考 文 獻

1. 郭魁士 1948 澎湖羣島土壤之生成研究，海事雜誌 37年7月號。
2. 梁鉅榮 1950 臺灣省澎湖縣之土壤，農試所報告第一號。
3. 席連之 1951 臺灣省土壤調查報告，臺灣肥料公司出版。
4. Barshad I. 1955 Soil development, a chapter in Bear F. E. Chemistry of the soil (New york: Reinhold) pp. 1-52.
5. Bershad I. 1660 X-ray analysis of soil colloids by a modified salted paste method. 7 th national conference on clay & clay mineral pp. 350-364

6. Barshad I. Thermal analyais technique for mineral identio fcation and mineralogical composition (unpubhished)
7. Brown G. 1961 The X-ray identification and crystal structures of clay minerals 2nd edition, Mineralogical Sceiety.
8. Barshad I. 1962 Soil mineralogy. Mineography Uni. of Calif. Press.
9. Cline, M. G. et al. 1949 Soil Survey of Hawaii
10. Iackson M. L. 1958 Soil chemiotry chemical analysis Prentic-He Hall, Inc. Englewood Cliffs. N. J.
11. Jenny H. 1941 Factors of soil formation p 161–162
12. Leung E. W. 1963 Clay minerals of fifteen soil profiles of Reddish Brown Lateritic Soils in Taiwan, China (unpubl lished)
13. Merwe van der & Heystek 1952 Clay minerals of South African soil groups I. Laterites and related soils Soil Sci. vol. 74. No. 5 pp 383–401
14. Mackennic, R. C. 1957 The differential thermal investigation of clay Minerological Socicty
15. Shermah G. D. Alxinder, L. T. 1959 Characteristics and genesis of Low Humic Latosols, Soil Soc. Amer. Proc. 23: 168–170
16. Tamura, T., Jackson, M. L. & Sherman, G. D. 1953 Mineral content of Low Humic, Hamic and Hydrol Humic Latosols of Hawaii. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 17: 343–346

SOIL DEVELOPMENT STUDY OF THE REDDISH BROWN LATERITIC SOILS IN PENGHU HSIEN, TAIWAN, CHINA

by

K. W. LEUNG and C. Y. LAI

SUMMARY

1. This is a clay mineral study of Hwayu clay (representative soil series) by sampling 5 lazers of the original undisturbed soil monolith, and to analysis several supplemental items of their physical and chemical properties in order to study its soil development.

2. Data from X-Ray photographies, differential thermal analysis, thermal gravimetric analysis, cation exchange capacity, free iron oxide and potash were used to characterize quantitatively the minerals in the clay fractions ($<2\mu$) of Hwayu clay profile.

3. Kaolinite was identified in substantial amounts about 60% of all lazers, other minerals include muscovite 19-25%, Fe_2O_3 9-11.5% and about 3% of gibbsite in the first or second lazer of the profile.

4. The Hwayu clay is different from the soils of Low Humic Latosols is Hawaii base on the analytical results of their morphology and clay minerals. The soils of Hwayu clay is not in the young stage of Laterization according to the content of Kaolinite and Gibbsite and is stronger than that of the other Reddish Brown Lateritic Soils in Taiwan, if we compare their Laterization.

5. It is easily to stratified the first and second lazers as accumulated horizon, the third and forth lazers as decomposed horizon, and the fifth Iazer as C horizon by using Barshad's soil development study method base on the results of the supplemontal physical analysis and conform with clay mineral analysis. So it may be arrange the five lazers in order as B_2, B_1, A_{12}, A_{11} and C also. It conforms Harrassowitze's theory which distinguishes the strata of typical Laterite. Therefore, the Hwayu clay should be classified as a rather good developed Reddish Brown Lateritic Soils.